

PCT/JP03/14987

10/518347

25.11.03

PCT/JP03/14987

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

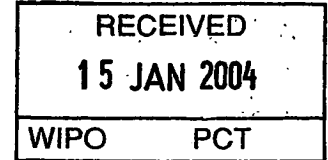
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2002年11月26日

出願番号  
Application Number: 特願2002-342760

[ST. 10/C]: [JP2002-342760]

出願人  
Applicant(s): 松下電工株式会社

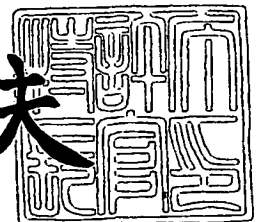


**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年12月25日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特2003-3107255

【書類名】 特許願

【整理番号】 02P02296

【提出日】 平成14年11月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H02K 33/00

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地松下電工株式会社内

    【氏名】 長谷川 祐也

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地松下電工株式会社内

    【氏名】 平田 勝弘

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地松下電工株式会社内

    【氏名】 光武 義雄

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地松下電工株式会社内

    【氏名】 太田 智浩

【特許出願人】

    【識別番号】 000005832

    【氏名又は名称】 松下電工株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100111556

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 安藤 淳二

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 013103

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0206419

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 アクチュエータ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 コイルを有する固定子を収納するケースに、シャフトを有する可動子が、シャフトの軸方向とシャフトを回転軸とした回転方向の運動を行えるように支持され、コイルに電流を流すことにより可動子が軸方向と回転方向の運動をするアクチュエータにおいて、可動子は、着磁方向が軸方向に略直交するように設けられる磁石を有し、固定子は、この磁石により可動子に軸方向の力を与える第 1 の固定子と回転方向の力を与える第 2 の固定子を備え、コイルは、第 1 の固定子を通る磁路を励磁する第 1 のコイルと第 2 の固定子を通る磁路を励磁する第 2 のコイルを備えるものであることを特徴とするアクチュエータ。

【請求項 2】 可動子は、磁石を回転軸に対して軸対称に有するものであることを特徴とする請求項 1 記載のアクチュエータ。

【請求項 3】 第 1 の固定子と第 2 の固定子は、そのそれぞれが回転軸に対して軸対称に對にして設けられ、第 1 のコイルと第 2 のコイルは、この対になった一方と他方を逆位相で励磁するものであることを特徴とする請求項 1 または 2 記載のアクチュエータ。

【請求項 4】 第 1 の固定子と第 2 の固定子は、それぞれの対を含む面が略直交するように設けられるものであることを特徴とする請求項 3 記載のアクチュエータ。

【請求項 5】 可動子は、着磁方向が互いに逆になるように 2 つの磁石を有し、第 1 の固定子は、軸方向に並ぶ 3 つの磁極部を有する略 E の字型の磁性体を有して構成されるものであることを特徴とする請求項 1 乃至 4 記載のアクチュエータ。

【請求項 6】 第 2 の固定子は、軸方向に並ぶ 2 つの磁極部を有する略 C の字型の磁性体を有して構成されるものであることを特徴とする請求項 5 記載のアクチュエータ。

【請求項 7】 第 1 の固定子と第 2 の固定子は、その磁極部の端部が立体的に重なり合うものであることを特徴とする請求項 6 記載のアクチュエータ。

【請求項 8】第 1 の固定子の磁極部と第 2 の固定子の磁極部との間に空隙部を有するものであることを特徴とする請求項 7 記載のアクチュエータ。

【請求項 9】可動子の磁石は、その端部が第 1 の固定子の E 字型の両凹部を横切って動作するものであることを特徴とする請求項 6 記載のアクチュエータ。

【請求項 10】可動子の 2 つの磁石は、同じ大きさで連続するように構成され、連続しない側の端面が第 1 の固定子の軸方向の端面と一致するように設けられるものであることを特徴とする請求項 6 記載のアクチュエータ。

【請求項 11】第 1 のコイルまたは第 2 のコイルは、それぞれの固定子において分割して巻くものであることを特徴とする請求項 6 記載のアクチュエータ。

【請求項 12】可動子とケースとの間に軸方向の運動に作用する軸方向共振ばねを有するものであることを特徴とする請求項 1 乃至 11 記載のアクチュエータ。

【請求項 13】可動子とケースとの間に回転方向の運動に作用する回転方向共振ばねを有するものであることを特徴とする請求項 12 記載のアクチュエータ。

【請求項 14】軸方向共振ばねと回転方向共振ばねとの機能を 1 つのばね部材にもたせるものであることを特徴とする請求項 13 記載のアクチュエータ。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、軸方向と回転方向の 2 方向に運動することが可能なアクチュエータに関する。

##### 【0002】

#### 【従来の技術】

アクチュエータは、直線方向や回転方向など 1 方向の運動を行うものが多く、直線方向と回転方向との 2 方向に運動するようにするときには、運動方向を機械的に変換する運動方向変換機構が用いられる。しかしながら、運動方向変換機構は、運動方向を変換する際に騒音の原因となる。

##### 【0003】

特開 2002-78310 号公報は、シャフト（軸）を有する可動子（プランジャー）が空隙（ギャップ）を有して固定子（ヨーク）の内方に設けられ、コイルにより磁路を励磁して可動子がシャフトの軸方向に運動するリニアアクチュエータにおいて、軸方向の変位（ストローク位置）に対して空隙を不均一にすることにより、運動方向変換機構を用いずにシャフトの軸方向（直線方向）とシャフトを回転軸とする回転方向の運動を行う構成を開示している。

【0004】

【特許文献 1】

特開 2002-78310 号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特開 2002-78310 号公報に開示された構成は、騒音の原因となる運動方向変換機構を用いずに、簡単な構成で軸方向の変位に応じて 2 方向の運動を行うことができるので有用であるが、空隙の形状により軸方向の運動と回転方向の運動との関係が固定されてしまうので、それらを独立して制御できるものではなく、動作制御の自由度が高いものではなかった。

【0006】

本発明は、上記事由に鑑みてなしたもので、その目的とするところは、運動方向変換機構を用いずに軸方向と回転方向の 2 方向に運動することが可能なアクチュエータの動作制御の自由度を向上することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 に係る発明は、コイルを有する固定子を収納するケースに、シャフトを有する可動子が、シャフトの軸方向とシャフトを回転軸とした回転方向の運動を行えるように支持され、コイルに電流を流すことにより可動子が軸方向と回転方向の運動をするアクチュエータにおいて、可動子は、着磁方向が軸方向に略直交するように設けられる磁石を有し、固定子は、この磁石により可動子に軸方向の力を与える第 1 の固定子と回転方向の力を与える第 2 の固定子を備え、コイルは、第 1 の固定子を通る磁路を励磁する第 1 のコイルと第 2 の固定子を通る磁路

を励磁する第2のコイルを備えるものであることを特徴としている。

【0008】

したがって、第1のコイルで第1の固定子を通る磁路を励磁することにより可動子に軸方向の力を与え、第2のコイルで第2の固定子を通る磁路を励磁することにより可動子に回転方向の力を与えるので、可動子の軸方向と回転方向の運動を独立して制御することができる。このことにより、運動方向変換機構を用いずに軸方向と回転方向の2方向に運動することが可能なアクチュエータの動作制御の自由度を向上することができる。

【0009】

請求項2に係る発明は、請求項1記載のアクチュエータにおいて、可動子は、磁石を回転軸に対して軸対称に有するものであることを特徴としている。

【0010】

したがって、可動子の磁石の質量は回転軸に対して軸対称に分布するので、可動子の回転方向の運動による慣性力は打ち消され、ケースに伝わる振動を低減することができる。

【0011】

請求項3に係る発明は、請求項1または2記載のアクチュエータにおいて、第1の固定子と第2の固定子は、そのそれぞれが回転軸に対して軸対称に對にして設けられ、第1のコイルと第2のコイルは、この対になった一方と他方を逆位相で励磁するものであることを特徴としている。

【0012】

したがって、第1の固定子と第2の固定子は、可動子の磁石の両側の磁極を用いて可動子に軸方向と回転方向の力を与えるので、可動子は大きな力を受けて運動することができる。

【0013】

請求項4に係る発明は、請求項3記載のアクチュエータにおいて、第1の固定子と第2の固定子は、それぞれの対を含む面が略直交するように設けられるものであることを特徴としている。

【0014】

したがって、第1の固定子と第2の固定子との間隔がそれぞれ大きくなるので、第1のコイルと第2のコイルを設ける空間を大きくすることができる。

#### 【0015】

請求項5に係る発明は、請求項1乃至4記載のアクチュエータにおいて、可動子は、着磁方向が互いに逆になるように2つの磁石を有し、第1の固定子は、軸方向に並ぶ3つの磁極部を有する略Eの字型の磁性体を有して構成されるものであることを特徴としている。

#### 【0016】

したがって、2つの磁石は第1の固定子に対向して位置するときに軸方向の力を生じるのに適した磁極部の配置となるので、漏れ磁束を少なくするとともに、可動子は軸方向に大きな力を受けて効率よく運動することができる。

#### 【0017】

請求項6に係る発明は、請求項5記載のアクチュエータにおいて、第2の固定子は、軸方向に並ぶ2つの磁極部を有する略Cの字型の磁性体を有して構成されるものであることを特徴としている。

#### 【0018】

したがって、2つの磁石は第2の固定子の2つの磁極部に対向して位置するときに回転方向の力を生じるのに適した磁極部の配置になるので、漏れ磁束を少なくするとともに、可動子は回転方向に大きな力を受けて効率よく運動することができる。

#### 【0019】

請求項7に係る発明は、請求項6記載のアクチュエータにおいて、第1の固定子と第2の固定子は、その磁極部の端部が立体的に重なり合うものであることを特徴としている。

#### 【0020】

したがって、第1の固定子と第2の固定子は、そのそれぞれが可動子との対向面積を取るための空間を確保するので、可動子との対向面積を大きく取ることができる、可動子に大きな力を与えることができる。

#### 【0021】



請求項 8 に係る発明は、請求項 7 記載のアクチュエータにおいて、第 1 の固定子の磁極部と第 2 の固定子の磁極部との間に空隙部を有するものであることを特徴としている。

【0022】

したがって、第 1 の固定子と第 2 の固定子の間の磁路の磁気抵抗が大きくなるので、可動子に力を与えるために寄与しない磁束を低減することができる。

【0023】

請求項 9 に係る発明は、請求項 6 記載のアクチュエータにおいて、可動子の磁石は、その端部が第 1 の固定子の E 字型の両凹部を横切って動作するものであることを特徴としている。

【0024】

したがって、可動子の磁石の磁極部と第 1 の固定子の磁極部の対向面積を大きく取ることができるので、可動子は軸方向に大きな力を受けて運動することができる。

【0025】

請求項 10 に係る発明は、請求項 6 記載のアクチュエータにおいて、可動子の 2 つの磁石は、同じ大きさで連続するように構成され、連続しない側の端面が第 1 の固定子の軸方向の端面と一致するように設けられるものであることを特徴としている。

【0026】

したがって、軸方向の両端の端面が第 1 の固定子の軸方向の端面と一致する位置が安定点となり、可動子の軸方向の変位が大きくなるにつれ、大きな力が変位とは逆方向に生じるようになるので、戻しばねの効果を得ることができる。

【0027】

請求項 11 に係る発明は、請求項 6 記載のアクチュエータにおいて、第 1 のコイルまたは第 2 のコイルは、それぞれの固定子において分割して巻くものであることを特徴としている。

【0028】

したがって、コイルを分割することにより、1 つの場所に巻いた場合と比較し

て、巻かれたコイルによる厚みの影響が少なくなるので、コイルを巻く空間を低減することができる。

#### 【0029】

請求項12に係る発明は、請求項1乃至11記載のアクチュエータにおいて、可動子とケースとの間に軸方向の運動に作用する軸方向共振ばねを有するものであることを特徴としている。

#### 【0030】

したがって、可動子の質量と軸方向共振ばねのばね定数により定まる共振周波数の近傍の周波数で第1のコイルに交流電圧を印加することにより、可動子は共振現象を用いて効率よく大きい振幅で軸方向の往復運動をすることができる。

#### 【0031】

請求項13に係る発明は、請求項12記載のアクチュエータにおいて、可動子とケースとの間に回転方向の運動に作用する回転方向共振ばねを有するものであることを特徴としている。

#### 【0032】

したがって、可動子の慣性モーメントと回転方向共振ばねのばね定数により定まる共振周波数の近傍の周波数で第2のコイルに交流電圧を印加することにより、可動子は共振現象を用いて効率よく大きい振幅で回転方向の往復運動をすることができる。

#### 【0033】

請求項14に係る発明は、請求項13記載のアクチュエータにおいて、軸方向共振ばねと回転方向共振ばねとの機能を1つのばね部材にもたせるものであることを特徴としている。

#### 【0034】

したがって、軸方向共振ばねと回転方向共振ばねが1つのばね部材となるので、ばね部材を設ける空間を減少させることができる。

#### 【0035】

##### 【発明の実施の形態】

##### (第1の実施形態)

次に、請求項 1 乃至 6 と、請求項 11 の発明に係る一実施形態を図 1 乃至図 9 を用いて説明する。このものは、ケース 1 と、第 1 の固定子 2 と、第 1 のコイル 3 と、第 2 の固定子 4 と、第 2 のコイル 5 と、可動子 6 と、を主要構成部材としている。

#### 【0036】

ケース 1 は、筐体部 1 a と、軸受け部 1 b とを有して構成されている。筐体部 1 a は、金属製の磁性材料により有底円筒形状に形成されており、その両側の端面の中央部に軸受け部 1 b を有している。このものは、内部に第 1 の固定子 2 と、第 1 のコイル 3 と、第 2 の固定子 4 と、第 2 のコイル 5 と可動子 6 とを収納する。軸受け部 1 b は、断面が同心円状の中空の柱状に形成され、その中空部に表面を滑らかに加工された金属球を入れたベアリングであり、筐体部 1 a の両側の端面に筐体部 1 a の中心軸と軸受け部 1 b の中心軸が一致するように筐体部 1 a の両側の端面に設けられている。これらのものは、金属球により円柱の軸状のものをその軸方向（以下、軸方向と呼ぶ）と軸方向を中心軸（以下、回転軸と呼ぶ）とする回転方向（以下、回転方向と呼ぶ）に運動を行えるように支持することができる。

#### 【0037】

第 1 の固定子 2 は、磁性材料で断面が E の字型の柱状に形成されたものであり、軸方向に E の字型の 3 つの磁極部が並ぶようにし、回転軸に対して軸対称に對にして、ケース 1 の筐体部 1 a の中空部に固定して収納されている。これらのものは、その E の字型が対称形状となっており、3 つの磁極部は同じ幅と長さを有している。そして、これらのものは、中央の磁極部に第 1 のコイル 3 が巻かれており、そのコイルに電流を流すことにより、中央の磁極部と両側の磁極部に異なる磁極が生じる。例えば、中央の磁極部に S 極が生じれば、両側の磁極部には N 極が生じる。これらのものは、その磁極部が可動子 6 に対向するように位置するので、漏れ磁束が少なく、効率のよい磁気回路を構成する。これらのものは、可動子 6 に主に軸方向の力を与えるために用いられる。

#### 【0038】

第 1 のコイル 3 は、第 1 の固定子 2 の中央の磁極部に樹脂製のコイルボビン（

図示せず) を介して巻かれて設けられている。このものは、第1の固定子2と空隙と可動子6とを通る磁路を励磁するものであり、電流を流すことにより、第1の固定子2の中央の磁極部と両側の磁極部に異なる磁極を生じさせる。また、このものは、対になっている第1の固定子2の一方に設けられているものとその他方に設けられているものが逆位相に励磁することができるように接続される。例えば、第1の固定子2の一方の中央の磁極部がS極に励磁されているときには他方の中央の磁極部がN極に励磁されるように接続される。

#### 【0039】

第2の固定子4は、磁性材料で断面がCの字型の柱状に形成されたものであり、軸方向にCの字型の2つの磁極部が並ぶようにし、回転軸に対して軸対称に對にして、ケース1の筐体部1aの中空部に固定して収納されている。そして、第1の固定子2と第2の固定子4の存在する面は互いに直交するように設けられている。したがって、第1の固定子2と第2の固定子4との間隔がそれぞれ大きくなるので、第1のコイル3と第2のコイル5を設ける空間を大きくすることができる。そして、第2の固定子4は、そのCの字型が対称形状となっており、2つの磁極部は同じ幅と長さを有している。そして、これらのものは、第2のコイル5がそれぞれの磁極部に分割して巻かれており、そのコイルに電流を流すことにより、両側の磁極部にそれぞれ異なる磁極が生じる。例えば、一方にS極が生じれば、他方にはN極が生じる。これらのものは、その磁極部が可動子6に対向するように位置するので、漏れ磁束が少なく、効率のよい構成となる。これらのものは、可動子6に主に回転方向の力を与えるために用いられる。

#### 【0040】

第2のコイル5は、第2の固定子4の両側の磁極部にそれぞれ樹脂製のコイルボビン(図示せず)を介して分割して巻かれて設けられている。このものは、第2の固定子4と空隙と可動子とを通る磁路を励磁するものであり、電流を流すことにより、第2の固定子4の両側の磁極部にそれぞれ異なる磁極を生じさせる。また、このものは、対になっている第2の固定子4の一方に設けられているものとその他方に設けられているものが逆位相に励磁することができるように接続される。例えば、第2の固定子4の一方の磁極部がS極となるように励磁されてい

るときには他方の対応する磁極部がN極となるように励磁されるように設けられる。

#### 【0041】

可動子6は、シャフト6aと駆動力発生部6bとを有して形成される。シャフト6aは、金属製の円柱の軸状のものであり、2つの軸受け部1b、1bにより軸方向と回転方向に運動できるように支持されている。駆動力発生部6bは、着磁方向（S極からN極に向かう方向）が互いに逆方向になるように直径方向に着磁される円柱状の2つの磁石6ba、6bbにより形成され、それらの中心軸がシャフト6aの中心軸になるようにシャフト6aに設けられる。このことにより、磁石6ba、6bbは、回転軸に対して対称に、着磁方向が軸方向に直交するように設けられる。したがって、磁石6ba、6bbの質量は回転軸に対して軸対称に分布するので、可動子6の回転方向の運動による慣性力は打ち消され、ケース1に伝わる振動を低減することができる。また、第1の固定子2と第2の固定子4は、可動子6の磁石6ba、6bbの両側の磁極を用いて可動子6に軸方向と回転方向の力を与えるので、可動子6は大きな力を受けて運動することができる。そして、磁石6ba、6bbは、第1の固定子2のEの字型の凹部の幅と同じ厚さを有しており、それぞれ側面がこの凹部に対向するような間隔でシャフト6aに設けられている。このとき、磁石6ba、6bbは、第2の固定子4のそれぞれの磁極部に対向している。そして、磁石6ba、6bbの直径は、駆動力発生部6bと第1の固定子2の間と、駆動力発生部6bと第2の固定子4の間との間に空隙部を有するように定められている。

#### 【0042】

上記のような構成にして、第1のコイル3に電流を流すことにより、第1の固定子2には、磁極部に例えば図2のような磁極が生じる。そうすると、磁石6baが第1の固定子2の上端の磁極からは吸引力が与えられ、中央の磁極からは反発力が与えられる。一方、磁石6bbは、第1の固定子2の中央の磁極から吸引力が与えられ、下端の磁極からは反発力が与えられる。したがって、可動子6は、第1の固定子2から軸方向の力（図2の場合は上方の力）を受ける。また、第1のコイル3にこれとは逆方向の電流を流すと、磁極部に生じる磁極の極性が逆

になるので、軸方向の力も逆方向に受けることになる。

#### 【0043】

また、第2のコイル5に電流を流すことにより、第2の固定子4には、磁極部に例えば図4のような磁極が生じる。そうすると、磁石6baは、主に第2の固定子4から力を受けるので、右回転方向の力を受ける。また、磁石6bbも主に第2の固定子4から力を受けるので、右回転方向の力を受ける。したがって、可動子6は、第2の固定子4により回転方向の力（図4の場合は右回転方向の力）を受ける。また、第2のコイル4にこれとは逆方向の電流を流すと、第2の固定子4の磁極部に生じる磁極の極性が逆になるので、回転方向の力も逆方向となる。

#### 【0044】

したがって、このアクチュエータは、可動子6を軸方向と回転方向を独立して制御することができ、図5に示すように、軸方向の変位に対する推力特性と回転方向の回転角に対するトルク特性を有している。すなわち、コイルに電流が流れていないときには曲線FZ1と曲線TZ1、コイルにプラス方向の電流が流れたときには曲線FP1と曲線TP1、コイルにマイナス方向の電流が流れたときには曲線FM1と曲線TM1とでそれぞれ示される推力特性とトルク特性を示す。ここで、推力特性は、第1の固定子2と可動子6が図2のような位置関係にあるときを基準位置としており、トルク特性は、第1の固定子2と第2の固定子4と可動子6が図4のような位置関係にあるときを基準位置としている。したがって、第1のコイル3と第2のコイル5に交流電圧を印加することにより、それぞれにプラス方向とマイナス方向の電流が流れるので、可動子6は、軸方向と回転方向の2方向に往復運動を行う。

#### 【0045】

ところで、第2の固定子4は、第1の固定子2と同様にして図6のようにEの字型に構成すると、図7のように磁石6baと第2の固定子4の上端の磁極部との位置関係は、磁石6baが右方向の回転運動を行う力が発生するようになり、磁石6bbと第2の固定子4の下端の磁極部との位置関係は、磁石6bbが左方向の回転運動を行う力が発生するようになる。つまり、一方が回転方向の運動を

妨げる力を発生する。また、磁石 6 b a, 6 b b の磁極面と固定子の磁極部の磁極面は対向しないので、可動子 6 が受ける力も小さくなる。したがって、第 2 の固定子 4 は、E の字型にするよりも C の字型にすることにより回転方向に受ける力を大きくすることができる。

#### 【0046】

次に、第 1 の実施形態の動作について説明する。可動子 6 は、軸方向と回転方向が共に前述の基準位置にあり、第 1 のコイル 3 と第 2 のコイル 5 には電流が流れていないものとする。このとき、可動子 6 は、図 5 に示すようにつりあった状態にあり、軸方向にも回転方向にも力を受けないので静止している。

#### 【0047】

ここで、図 8 のように、第 1 のコイル 3 と第 2 のコイル 5 にそれぞれ曲線 V S と曲線 V R 1 で表される矩形波の交流電圧を印加すると、第 1 のコイル 3 と第 2 のコイル 5 に交流電流が流れ、第 1 のコイル 3 は、第 1 の固定子 2 を通る磁路を励磁し、第 2 のコイルは、第 2 の固定子 4 を通る磁路を励磁する。すると、可動子 6 は、図 5 に示したように、軸方向と回転方向の力を受ける。第 1 のコイル 3 と第 2 のコイル 5 に流れる交流電流の位相は、可動子 6 の運動やコイルの巻数などによって変化するが、第 1 のコイル 3 に流れる交流電流により、可動子 6 は、軸方向に例えば図 8 の曲線 D S のように運動する。一方、可動子 6 は、第 2 のコイル 5 により、例えば図 8 に示した位相で、区間 R L では左方向の回転運動を行い、区間 R R では右方向の回転運動を行う。したがって、可動子 6 は、軸方向に往復運動をしながら軸方向と同じ周期で回転方向の往復運動を行う。

#### 【0048】

また、軸方向の運動と回転運動とは独立して制御できるので、例えば図 9 のように、第 2 のコイル 5 に印加する交流電圧を曲線 V R 2 のように第 1 のコイル 3 に印加する交流電圧の 2 倍の周波数とすると、軸方向に 1 往復の運動をする間に回転方向に 2 往復の運動を行うようにすることができる。

#### 【0049】

このように第 1 の実施形態においては、第 1 のコイル 3 で第 1 の固定子 2 を通る磁路を励磁することにより可動子 6 に軸方向の力を与え、第 2 のコイル 4 で第

2の固定子5を通る磁路を励磁することにより可動子6に回転方向の力を与えるので、可動子6の軸方向と回転方向の運動を独立して制御することができる。このことにより、運動方向変換機構を用いずに軸方向と回転方向の2方向に運動することが可能なアクチュエータの動作制御の自由度を向上することができる。

#### 【0050】

そして、可動子6の磁石6ba, 6bbの質量は回転軸に対して軸対称に分布するので、可動子6の回転方向の運動による慣性力は打ち消され、ケース1に伝わる振動を低減することができる。また、第1の固定子2と第2の固定子4は、可動子6の磁石6ba, 6bbの両側の磁極を用いて可動子6に軸方向と回転方向の力を与えるので、可動子6は大きな力を受けて運動することができる。

#### 【0051】

さらに、第1の固定子2をEの字型で形成し、第2の固定子4をCの字型で形成してそれらを直交するように配置することにより、第1の固定子2と第2の固定子4との間隔がそれぞれ大きくなるので、第1のコイル3と第2のコイル5を設ける空間を大きくすることができる。また、可動子6の2つの磁石6ba, 6bbは、第1の固定子2に対向して位置するときには軸方向の力を生じるのに適した磁極部の配置となるので、漏れ磁束を少なくするとともに、可動子6は軸方向に大きな力を受けて効率よく運動することができる。また、2つの磁石6ba, 6bbは第2の固定子4の2つの磁極部に対向して位置するときには回転方向の力を生じるのに適した磁極部の配置になるので、漏れ磁束を少なくするとともに、可動子6は回転方向に大きな力を受けて効率よく運動することができる。

#### 【0052】

##### (第2の実施形態)

次に、請求項1乃至8と、請求項11の発明に係る一実施形態を図10を用いて説明する。このものは、第1の実施形態と、第1の固定子2と第2の固定子4の形状と位置関係が異なっており、その他は第1の実施形態と同じ構成である。

#### 【0053】

第1の固定子2と第2の固定子4とは、その磁極部が可動子6の円柱の側面である磁極面に対して軸方向側から見て一定の空隙を介して位置するように形成さ



れている。そして、第2の固定子4は、その磁極部が第1の固定子2のEの字型の凹部に設けられている。したがって、軸方向から見ると、それらの磁極部の端部が立体的に重なる重なり部CPを有している。そして、第1の固定子2の磁極部の間に空隙部Gを有するように設けられている。

#### 【0054】

このような構成にすることにより、第1の固定子2と第2の固定子4は、それぞれが可動子6と対向する面積を大きくするための空間を確保するので、可動子6との対向面積を大きく取ることができ、可動子6に大きな力を与えることができる。また、空隙部Gを有することにより、図10中の矢印で示された可動子6に力を与えるために寄与しない磁路WC（例えば、軸方向について考えたときには、第1の固定子2のN極→空隙部G→第2の固定子4→空隙部G→第1の固定子2のS極）の磁気抵抗を大きくして、磁路WCに流れる磁束を減少させ、可動子6に大きな力を与えることができる。ここで、空隙部Gの幅は、可動子6と固定子との間の空隙の幅などを考慮して設計する。

#### 【0055】

このように、第2の実施形態においては、第1の固定子2と第2の固定子4は、そのそれぞれの磁極部が可動子6との対向面積を取るための空間を確保するので、可動子6との対向面積を大きく取ることができ、第1の固定子2と第2の固定子4の間の磁路の磁気抵抗が大きくなるので、可動子6に力を与えるために寄与しない磁束を低減することができる。このことにより、可動子6に軸方向と回転方向の大きな力を与えることができる。

#### 【0056】

（第3の実施形態）

次に、請求項1乃至6と、請求項9と請求項11の発明に係る一実施形態を図11を用いて説明する。このものは、第1の実施形態と、可動子6の形状と第1の固定子2との位置関係が異なっており、その他は第1の実施形態と同じ構成である。

#### 【0057】

可動子6は、第1の固定子2のE字型の凹部の軸方向の幅よりも小さい厚さの

円柱状の磁石であり、この直径は対になった第1の固定子2の対応する磁極部間の距離よりも大きく形成され、第1の固定子2のE字型の磁極部間に設けられている。そのため、可動子6の軸方向の運動は、前述の凹部の間に制限される。また、可動子6の回転運動は、2つの磁石6ba, 6bbの軸方向に直交する面の端部が第1の固定子2のE字型の両凹部を横切って動作する。このため、可動子6の磁石6ba, 6bbの磁極部と第1の固定子2の磁極部の対向面積を大きく取ることができるので、可動子6は軸方向に大きな力を受けて運動する。

#### 【0058】

このように、第3の実施形態においては、可動子6の磁石6ba, 6bbの磁極部と第1の固定子2の磁極部の対向面積を大きく取ることができるので、可動子6は軸方向に大きな力を受けて運動することができる。

#### 【0059】

##### (第4の実施形態)

次に、請求項1乃至6と、請求項10と、請求項11の発明に係る一実施形態を図12と図13を用いて説明する。このものは、第1の実施形態と、可動子6の形状が異なっており、その他は第1の実施形態と同じ構成である。

#### 【0060】

可動子6は、その2つの磁石6ba, 6bbが同じ大きさの円柱形状であり、それらが連続するように構成され、連続しない側の端面が第1の固定子2の軸方向の端面と一致するように設けられ、連続している側の端面が第1の固定子2のE字型の中央の磁極部の軸方向に中央の位置になるよう設けられている。

#### 【0061】

このような構成にすることにより、磁石6ba, 6bbの軸方向の両端の端面が第1の固定子2の軸方向の端面と一致する位置が安定点となる。このとき、図13のように、コイルに電流が流れていないときには曲線FZ2、コイルにプラス方向の電流が流れたときには曲線FP2、コイルにマイナス方向の電流が流れたときには曲線FM2で示される推力特性を示す。つまり、可動子6に軸方向の変位が生じると、可動子6を逆方向へ引き戻す力が生じる特性となる。したがって、可動子6は、戻しばねが接続されたように動作するので、安定した往復動作

を行うことができる。

#### 【0062】

このように第4の実施においては、軸方向の両端の端面が第1の固定子2の軸方向の端面と一致する位置が安定点となり、可動子6の軸方向の変位が大きくなるにつれ、大きな力が変位とは逆方向に生じるようになるので、戻しばねの効果を得ることができる。

#### 【0063】

なお、可動子6の磁石部6bは、2つの磁石を連続することにより構成するものであるが、2つの磁石を一体にして連続させるように構成してもよい。

#### 【0064】

(第5の実施形態)

次に、請求項1乃至6と、請求項11の発明に係る一実施形態を図14を用いて説明する。このものは、第1の実施形態と、第1のコイル3の第1の固定子2への巻き方が異なっており、その他は第1の実施形態と同じ構成である。

#### 【0065】

第1のコイル3は、第1の実施形態においては図14(a)のようにE字型の中央の磁極部に巻かれていたが、同図(b)のように外側の磁極部に分割して巻かれている。このとき、これらのコイルは、中央の磁極部とその両側の磁極部が異なった磁極に励磁されるよう接続されている。このようにコイルを分割することにより、1つの場所に巻いた場合と比較して、巻かれたコイルによる厚みの影響が少なくなるので、コイルを巻く空間を低減することができる。また、図14(c)のようにそれぞれの磁極部に分割して巻くこともできる。

#### 【0066】

このように、第5の実施形態においては、第1のコイル3に対してもコイルを分割することにより、1つの場所に巻いた場合と比較して、巻かれたコイルによる厚みの影響が少なくなるので、コイルを巻く空間をさらに低減することができる。

#### 【0067】

(第6の実施形態)

次に、請求項1乃至6と、請求項10乃至14の発明に係る一実施形態を図15を用いて説明する。このものは、第4の実施形態と、共振用ばね8を有する点で異なっており、その他は第4の実施形態と同じ構成である。

#### 【0068】

共振用ばね8は、コイルばねで形成されており、コイルばねは撓んだ状態でケース1と可動子6のそれぞれの間に設けられ、その両端はケース1と可動子6に固定されている。このようにすることにより、共振用ばね8は、軸方向の運動に対しても、回転方向の運動に対しても、ばねとして働くことができる。つまり、このものは、軸方向の共振に用いる軸方向共振ばね8aと、回転方向の共振に用いる回転方向共振ばね8bとの機能を1つのばね部材に持たせたものである。

#### 【0069】

したがって、可動子6は、共振ばね8の軸方向のばね定数（軸方向共振ばね8aとしてのばね定数）と可動子6の質量によって定まる共振周波数の近傍の周波数で第1のコイル3に交流電圧を与えて励磁することにより、共振現象により効率よく軸方向の往復運動を行う。また、可動子6は、共振ばね8の回転方向のばね定数（回転方向共振ばね8bとしてのばね定数）と可動子6の慣性モーメントによって定まる共振周波数の近傍の周波数で第2のコイル5に交流電圧を与えて励磁することにより、共振現象により効率よく回転方向の往復運動を行う。ここで、入力する交流電圧の周波数を共振周波数の近傍としたのは、コイルに交流電圧を印加する電気回路の影響により、実際の共振周波数は運動系の共振周波数から多少ずれるからである。

#### 【0070】

このように、第6の実施形態においては、1つの共振ばね8で、軸方向共振ばね8aと回転方向共振ばね8bの機能を持たせたので、可動子6の質量と軸方向共振ばね8aのばね定数により定まる共振周波数の近傍の周波数で第1のコイル3に交流電圧を印加することにより、可動子6は共振現象を用いて効率よく大きい振幅で軸方向の往復運動をすることができる。また、可動子6の慣性モーメントと回転方向共振ばね8bのばね定数により定まる共振周波数の近傍の周波数で第2のコイル5に交流電圧を印加することにより、可動子6は共振現象を用いて

効率よく大きい振幅で回転方向の往復運動をすることができる。また、軸方向共振ばね 8 a と回転方向共振ばね 8 b が 1 つのばね部材となるので、ばね部材を設ける空間を減少させることができる。

#### 【0071】

なお、ここでは、1 つの共振ばね 8 で、軸方向共振ばね 8 a と回転方向の共振ばねの機能を持たせたものを説明したが、それに限るものではなく、それぞれを別々に設けるものであってもよい。例えば、軸方向共振ばね 8 a として板ばねを有し、回転方向共振ばね 8 b として渦巻きばねを用いるなどしてもよい。

#### 【0072】

また、軸方向共振ばね 8 a 用のコイルばねと回転方向共振ばね 8 b 用のコイルばねの一方を他方の空間に入れて組み合わせることにより、共振ばね 8 に必要な空間を低減することができる。

#### 【0073】

なお、可動子 6 の駆動力発生部 6 b は、磁石が回転軸に対して軸対称であり、第 1 の固定子 2 と第 2 の固定子 4 は、軸対称に対にしてそれぞれを逆位相で励磁するものについてのみ説明したが、それに限るものではなく、第 1 の固定子 2 と第 2 の固定子 4 とがそれぞれ 1 つであり、磁石の片側の磁極のみを用いるものであってもよい。

#### 【0074】

また、駆動力発生部 6 b として、磁石が 2 つあるものについて説明したが、磁石は 1 つであっても構成することができ、第 1 の固定子 2 として軸方向に 1 つの磁極部または 2 つの磁極部（例えば軸方向に並ぶ 2 つの磁極部を備える略 C の字型など）を有し、第 2 の固定子 4 として 1 つの磁極部を有するものであれば、可動子 6 を軸方向と回転方向に動作させることができる。

#### 【0075】

#### 【発明の効果】

請求項 1 に係る発明によれば、第 1 のコイルで第 1 の固定子を通る磁路を励磁することにより可動子に軸方向の力を与え、第 2 のコイルで第 2 の固定子を通る磁路を励磁することにより可動子に回転方向の力を与えるので、可動子の軸方向

と回転方向の運動を独立して制御することができる。このことにより、運動方向を用いずに軸方向と回転方向の2方向に運動することが可能なアクチュエータの動作制御の自由度を向上することができる。

#### 【0076】

請求項2に係る発明によれば、請求項1記載の効果に加え、可動子の磁石の質量は回転軸に対して軸対称に分布するので、可動子の回転方向の運動による慣性力は打ち消され、ケースに伝わる振動を低減することができる。

#### 【0077】

請求項3に係る発明によれば、請求項1または2記載の効果に加え、第1の固定子と第2の固定子は、可動子の磁石の両側の磁極を用いて可動子に軸方向と回転方向の力を与えるので、可動子は大きな力を受けて運動することができる。

#### 【0078】

請求項4に係る発明によれば、請求項3記載の効果に加え、第1の固定子と第2の固定子との間隔がそれぞれ大きくなるので、第1のコイルと第2のコイルを設ける空間を大きくすることができる。

#### 【0079】

請求項5に係る発明によれば、請求項1乃至4記載の効果に加え、2つの磁石は第1の固定子に対向して位置するときに軸方向の力を生じるのに適した磁極部の配置となるので、漏れ磁束を少なくするとともに、可動子は軸方向に大きな力を受けて効率よく運動することができる。

#### 【0080】

請求項6に係る発明によれば、請求項5記載の効果に加え、2つの磁石は第2の固定子の2つの磁極部に対向して位置するときに回転方向の力を生じるのに適した磁極部の配置になるので、漏れ磁束を少なくするとともに、可動子は回転方向に大きな力を受けて効率よく運動することができる。

#### 【0081】

請求項7に係る発明によれば、請求項6記載の効果に加え、第1の固定子と第2の固定子は、そのそれぞれが可動子との対向面積を取るための空間を確保するので、可動子との対向面積を大きく取ることができ、可動子に大きな力を与える

ことができる。

【0082】

請求項8に係る発明によれば、請求項7記載の効果に加え、第1の固定子と第2の固定子の間の磁路の磁気抵抗が大きくなるので、可動子に力を与えるために寄与しない磁束を低減することができる。

【0083】

請求項9に係る発明によれば、請求項6記載の効果に加え、可動子の磁石の磁極部と第1の固定子の磁極部の対向面積を大きく取ることができるので、可動子は軸方向に大きな力を受けて運動することができる。

【0084】

請求項10に係る発明によれば、請求項6記載の効果に加え、軸方向の両端の端面が第1の固定子の軸方向の端面と一致する位置が安定点となり、可動子の軸方向の変位が大きくなるにつれ、大きな力が変位とは逆方向に生じるようになるので、戻しばねの効果を得ることができる。

【0085】

請求項11に係る発明によれば、請求項6記載の効果に加え、コイルを分割することにより、1つの場所に巻いた場合と比較して、巻かれたコイルによる厚みの影響が少なくなるので、コイルを巻く空間を低減することができる。

【0086】

請求項12に係る発明によれば、請求項1乃至11記載の効果に加え、可動子の質量と軸方向共振ばねのばね定数により定まる共振周波数の近傍の周波数で第1のコイルに交流電圧を印加することにより、可動子は共振現象を用いて効率よく大きい振幅で軸方向の往復運動をすることができる。

【0087】

請求項13に係る発明によれば、請求項12記載の効果に加え、可動子の慣性モーメントと回転方向共振ばねのばね定数により定まる共振周波数の近傍の周波数で第2のコイルに交流電圧を印加することにより、可動子は共振現象を用いて効率よく大きい振幅で回転方向の往復運動をすることができる。

【0088】

請求項 14 に係る発明によれば、請求項 13 記載の効果に加え、軸方向共振ばねと回転方向共振ばねが 1 つのばね部材となるので、ばね部材を設ける空間を減少させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

第 1 の実施形態を示す部分断面斜視図である。

【図 2】

第 1 の実施形態を示す A-A 断面図である。

【図 3】

第 1 の実施形態を示す B-B 断面図である。

【図 4】

第 1 の実施形態を示す断面図であり、(a) は C-C 断面図、(b) は D-D 断面図である。

【図 5】

第 1 の実施形態の特性図であり、(a) は軸方向変位-推力特性、(b) は回転角度-トルク特性である。

【図 6】

第 1 の実施形態の第 2 の固定子を E の字型に置き換えたものを示す B-B 断面図である。

【図 7】

第 1 の実施形態の第 2 の固定子を E の字型に置き換えたものを示す断面図であり、(a) は E-E 断面図、(b) は F-F 断面図である。

【図 8】

第 1 の実施形態の動作を示す波形図である。

【図 9】

第 1 の実施形態の別の動作を示す波形図である。

【図 10】

第 2 の実施形態の要部を示すものであり、(a) は斜視図、(b) は上面図である。



## 【図 1 1】

第 3 の実施形態を示す図 1 の A-A 断面に相当する断面図である。

## 【図 1 2】

第 4 の実施形態を示す図 1 の A-A 断面に相当する断面図である。

## 【図 1 3】

第 4 の実施形態の軸方向変位-推力特性を示す特性図である。

## 【図 1 4】

第 5 の実施形態の第 1 の固定子と第 1 のコイルを示す要部断面図である。

## 【図 1 5】

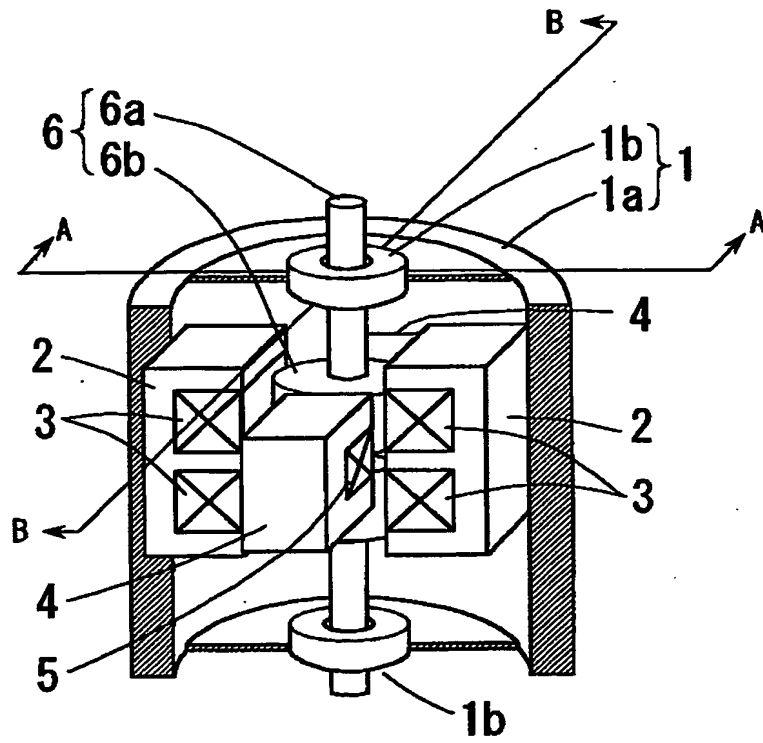
第 6 の実施形態を示す図 1 の A-A 断面に相当する断面図である。

## 【符号の説明】

- 1 ケース
- 1 a 筐体部
- 1 b 軸受け部
- 2 第 1 の固定子
- 3 第 1 のコイル
- 4 第 2 の固定子
- 5 第 2 のコイル
- 6 可動子
- 6 a シャフト
- 6 b 駆動力発生部
- 6 b a 磁石
- 6 b b 磁石
- 8 共振用ばね
- 8 a 軸方向共振ばね
- 8 b 回転方向共振ばね
- G 空隙部

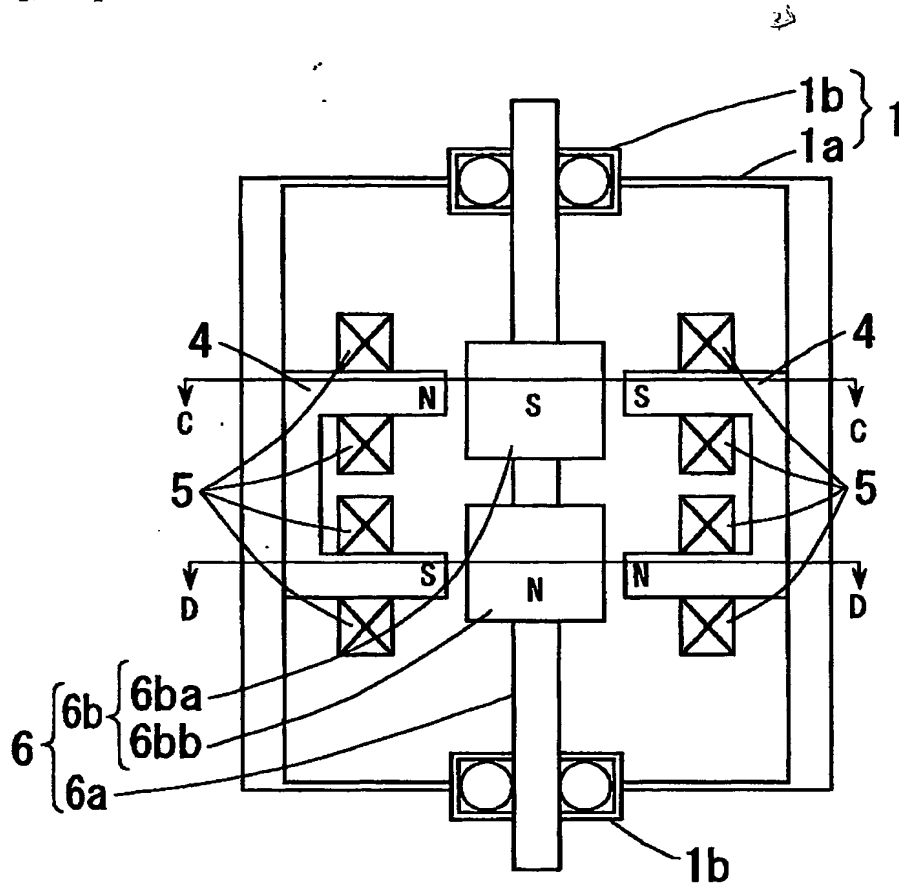
【書類名】 図面

【図 1】

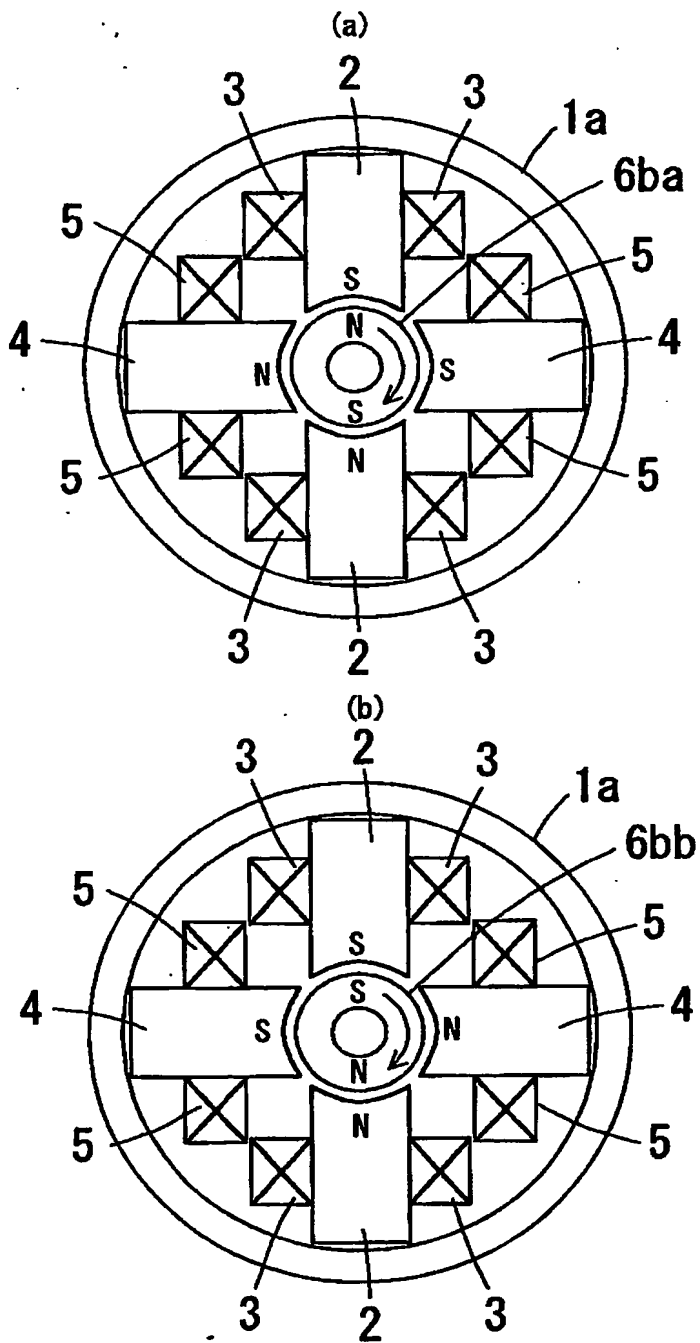




【図 3】

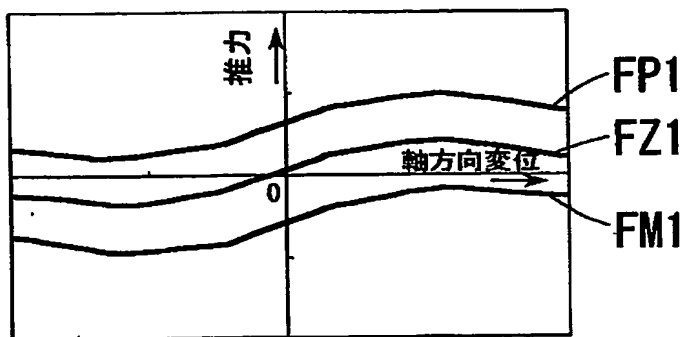


【図 4】

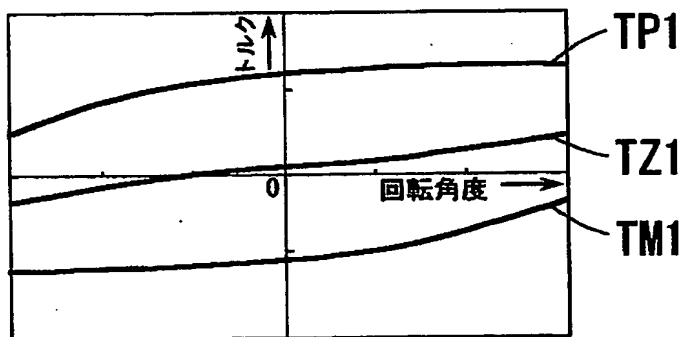


【図 5】

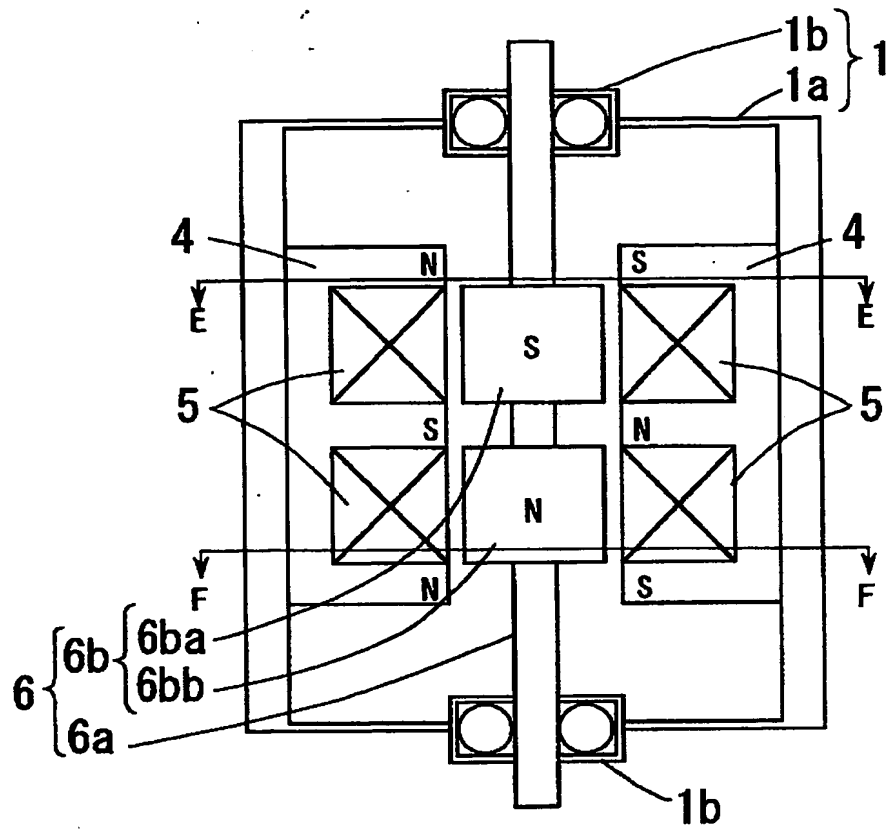
(a)



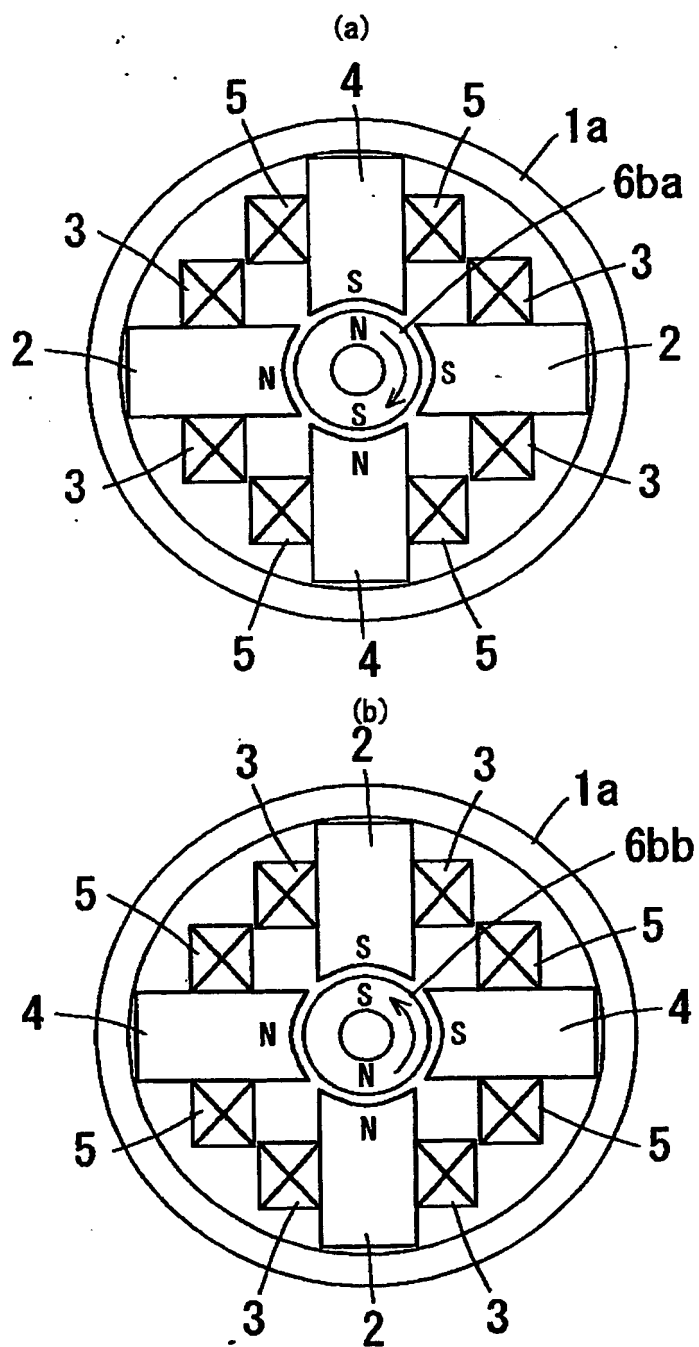
(b)



【図 6】

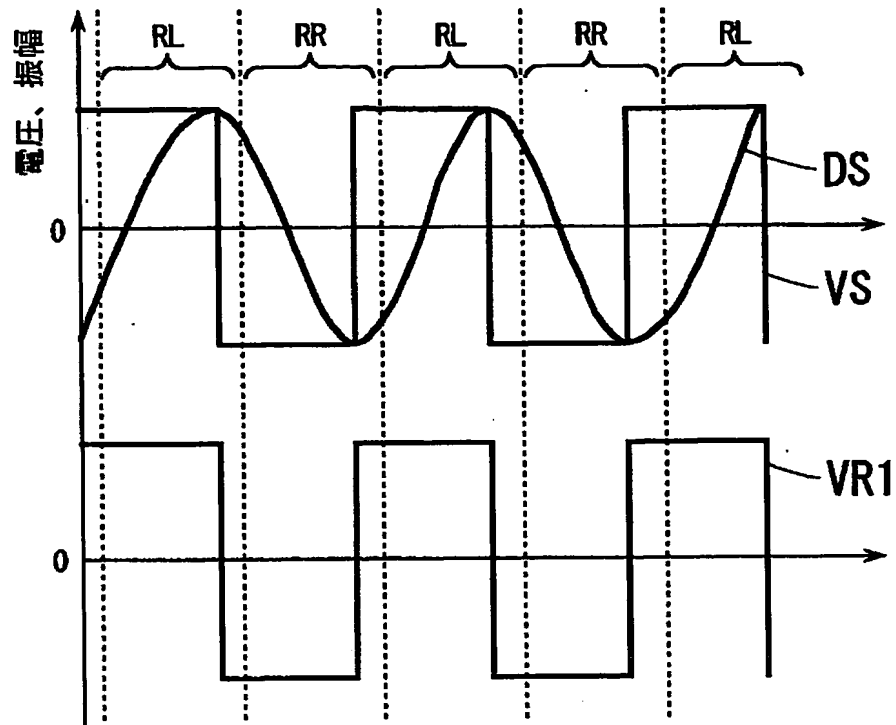


【図 7】

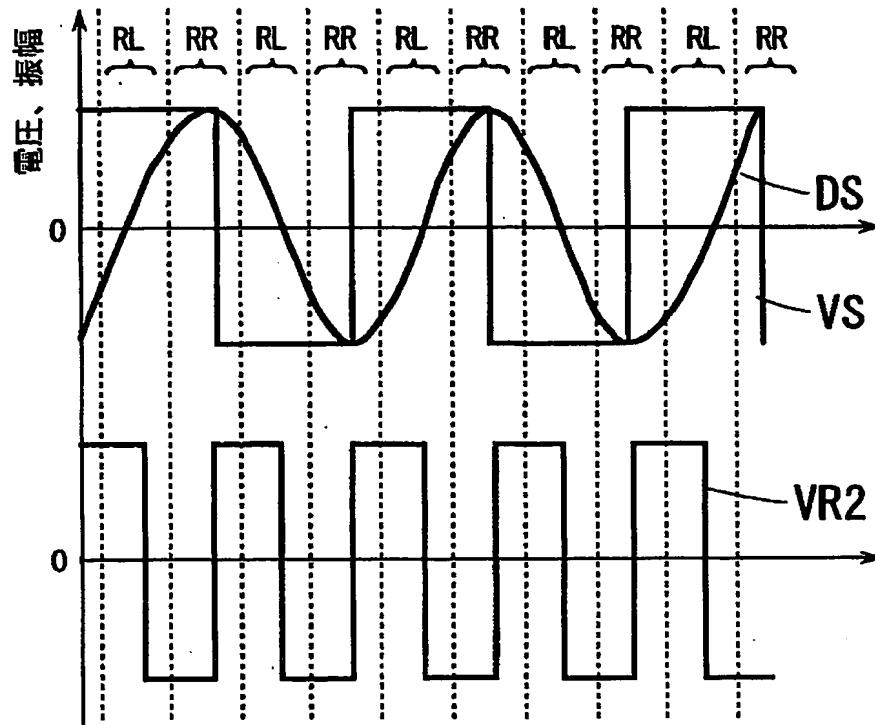




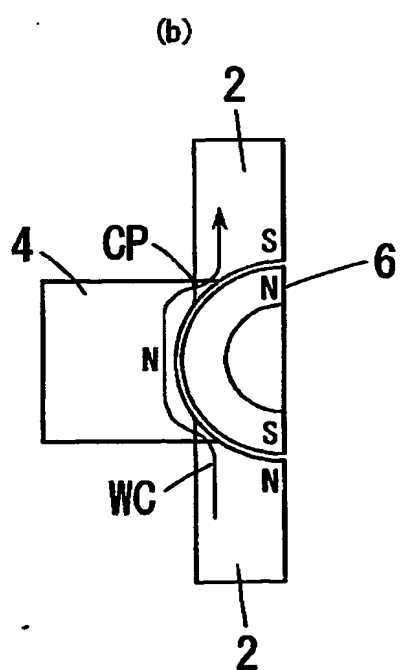
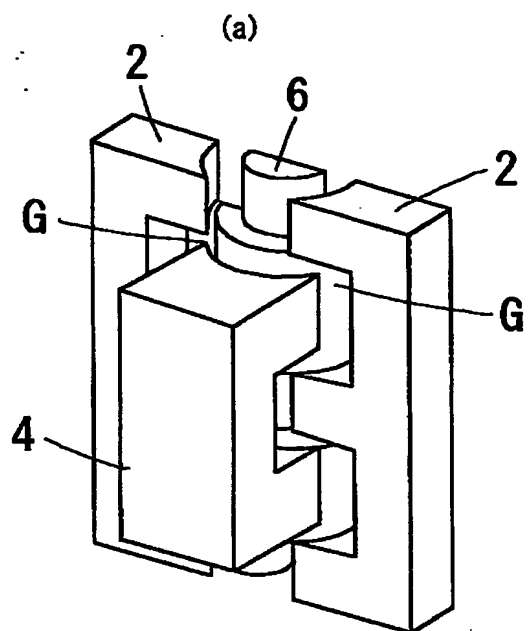
【図 8】



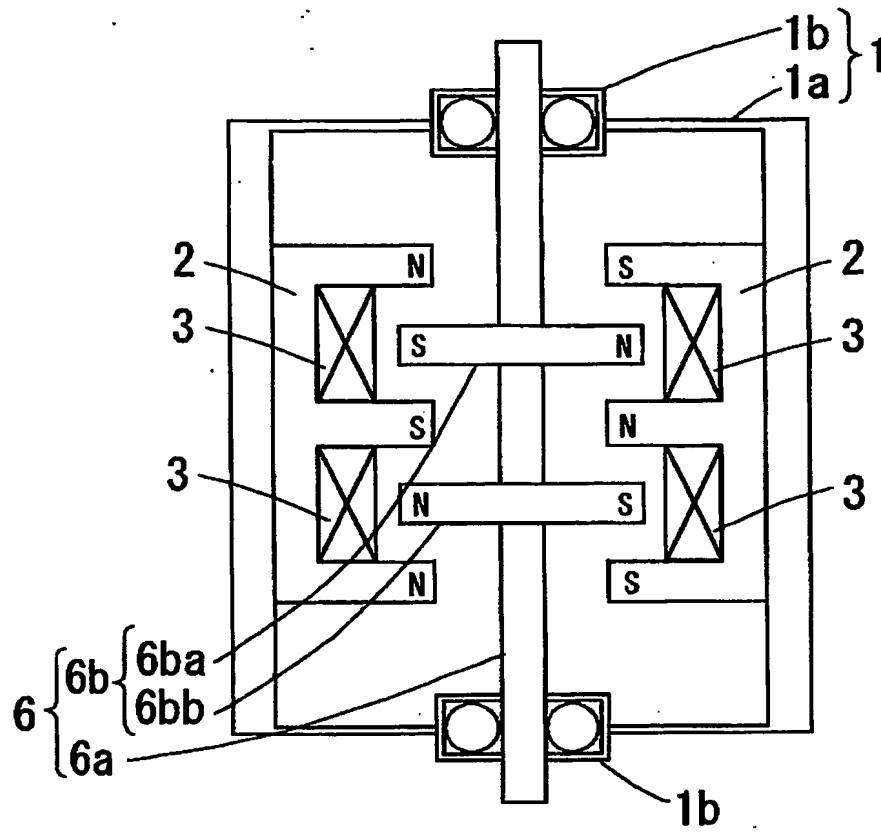
【図 9】



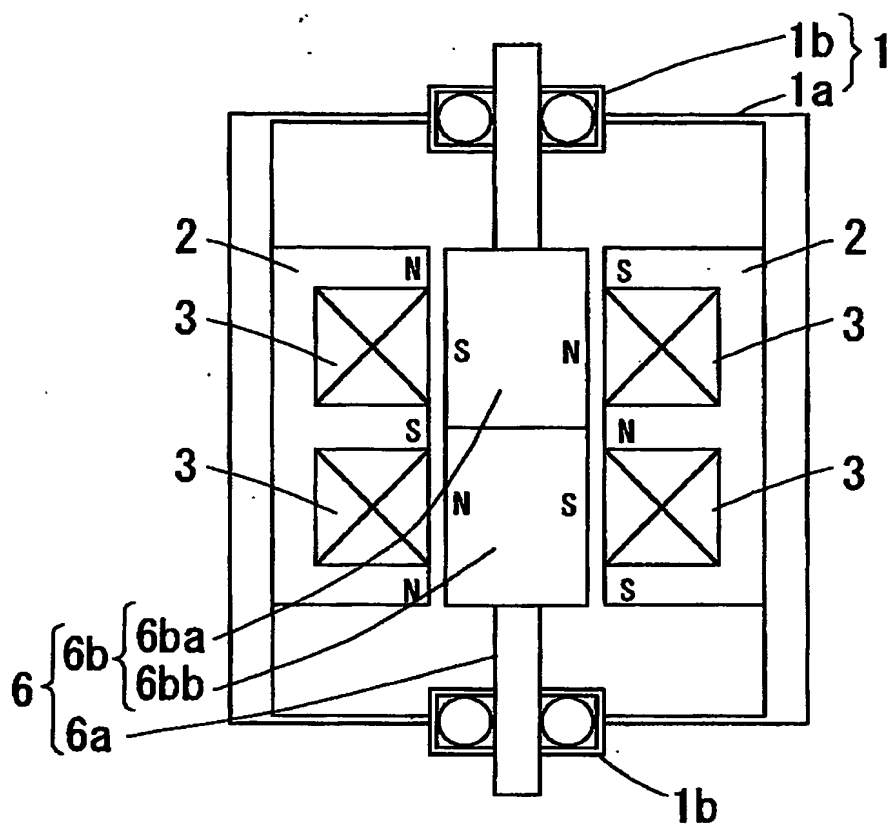
【図 10】



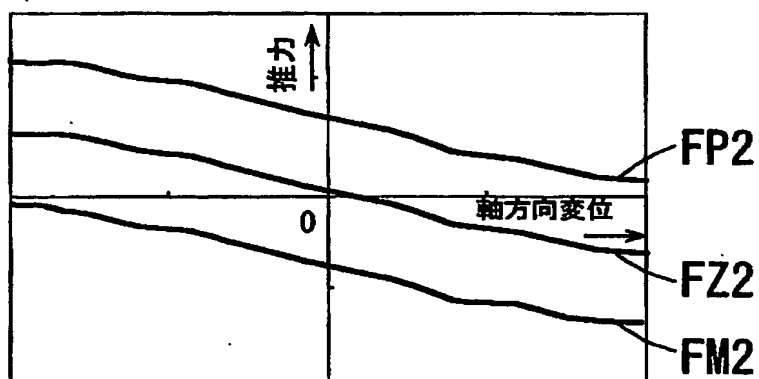
【図 11】



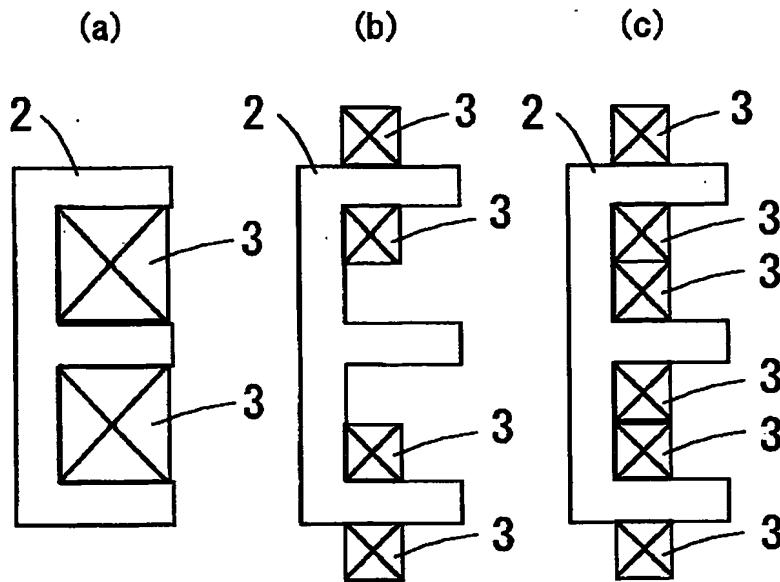
【図 12】



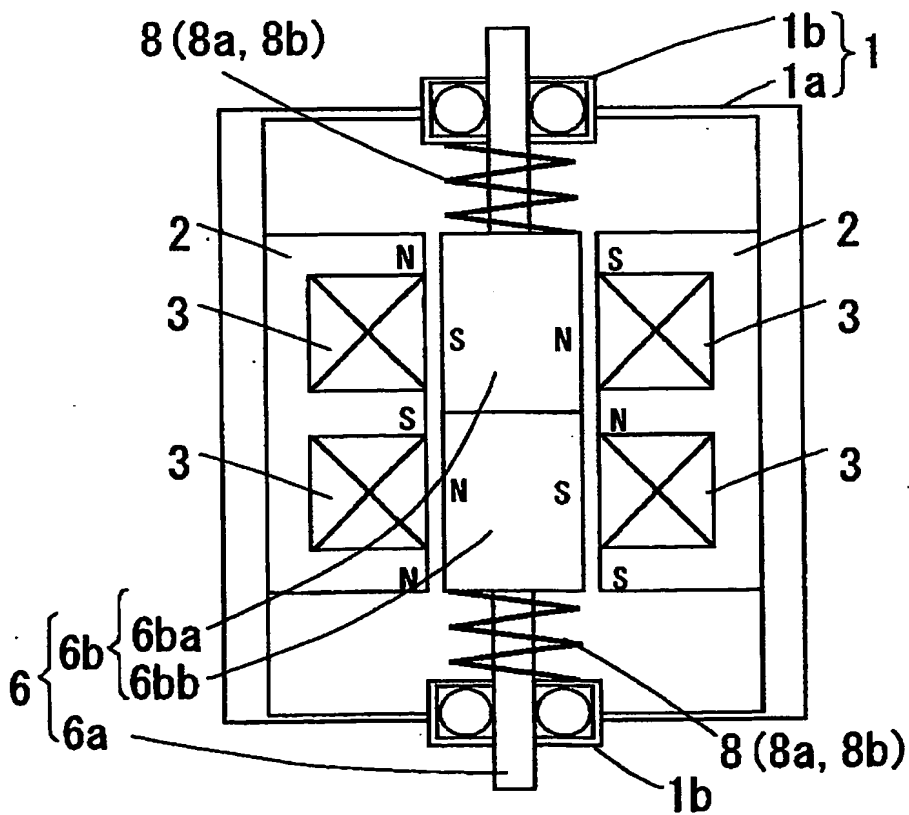
【図 13】



【図 14】



【図 15】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 運動方向変換機構を用いずに軸方向と回転方向の2方向に運動することが可能なアクチュエータの動作制御の自由度を向上する。

【解決手段】 本発明は、コイルを有する固定子を収納するケースに、シャフトを有する可動子が、シャフトの軸方向とシャフトを回転軸とした回転方向の運動を行えるように支持され、コイルに電流を流すことにより可動子が軸方向と回転方向の運動をするアクチュエータにおいて、可動子は、着磁方向が軸方向に略直交するように設けられる磁石を有し、固定子は、この磁石により可動子に軸方向の力を与える第1の固定子と回転方向の力を与える第2の固定子を備え、コイルは、第1の固定子を通る磁路を励磁する第1のコイルと第2の固定子を通る磁路を励磁する第2のコイルを備えるものであることを特徴としている。

【選択図】 図1

特願 2002-342760

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000005832]

1. 変更年月日

1990年 8月30日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真1048番地

氏 名

松下電工株式会社



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**